

## 透明な表面レリーフ計算機合成ホログラム

### Transparent Surface-relief Computer-generated Hologram

NHK 技研<sup>1</sup>, 東京科学大学<sup>2</sup> ◯東田 諒<sup>1</sup>, 三浦 雅人<sup>1</sup>, 信川 輝吉<sup>1</sup>, 山口 祐太<sup>1</sup>,  
青島 賢一<sup>1</sup>, 船橋 信彦<sup>1</sup>, 山口 雅浩<sup>2</sup>

NHK STRL<sup>1</sup>, Science Tokyo<sup>2</sup>, ◯Ryo Higashida<sup>1</sup>, Masato Miura<sup>1</sup>, Teruyoshi Nobukawa<sup>1</sup>,  
Yuta Yamaguchi<sup>1</sup>, Ken-ichi Aoshima<sup>1</sup>, Nobuhiko Funabashi<sup>1</sup>, Masahiro Yamaguchi<sup>2</sup>

E-mail: higashida.r-ii@nhk.or.jp

計算機合成ホログラム (CGH) は、仮想物体で反射された光の伝搬をコンピュータでシミュレーションすることにより生成したホログラムである。生成した CGH の位相分布を基板表面の凹凸構造によって再現し、再生照明光を照射することで仮想物体の光学再生が可能となる。このような構造のホログラムを表面レリーフ CGH と呼ぶ。表面レリーフ CGH は高い回折効率を有するが、波長選択性がないため、再生照明光以外の光も高い効率で回折する。したがって、透明な基板上に CGH を形成しても、凹凸部で光が回折して不透明になり、透明な媒体から仮想物体を再生することや、現実世界に仮想物体を重ねて表示することが困難であった。

従来、表面レリーフ CGH には、物体光  $O = A_o e^{j\phi_o}$  の位相成分  $\phi_o$  のみを使用された。

$$H_p = e^{j\phi_o} \quad (1)$$

提案手法では、参照光  $R = A_R e^{j\phi_R}$  との干渉縞の強度情報を用いる。

$$H_l \approx e^{j[\gamma_p A_o A_R \cos(\phi_o - \phi_R)]} \quad (2)$$

ここで  $\gamma_p$  は位相変調係数である。 $\gamma_p$  により干渉縞のコントラストを調整することで、従来不可能であった CGH の回折効率と透過率を制御でき、最大の回折効率は 33.9% である。さらに、物体光の振幅成分  $A_o$  も用いているため、再生像の画質が改善される。

上記の式で計算した CGH を、レーザーリソグラフィと反応性イオンエッチングにより、合成石英基板上に表面レリーフ CGH として作成した。CGH の画素数は  $16,384 \times 16,384$ 、画素ピッチは  $1 \mu\text{m}$ 、階調数は 32 とした。物体光は光線波面変換により計算した。参照光は波長  $532 \text{ nm}$  の平面波とし、垂直方向に  $15.4^\circ$  傾けて入射した。Fig. 1 に作成した表面レリーフ CGH と光学再生像を示す。基板の裏側に方眼紙を配置して撮影した。従来手法と比較して、提案手法では凹凸部の識別が困難であり、方眼紙が明瞭に観察された。また、従来手法より高画質な 3 次元像が現実世界と同時に観察され、これまでにない映像表現が可能となった。

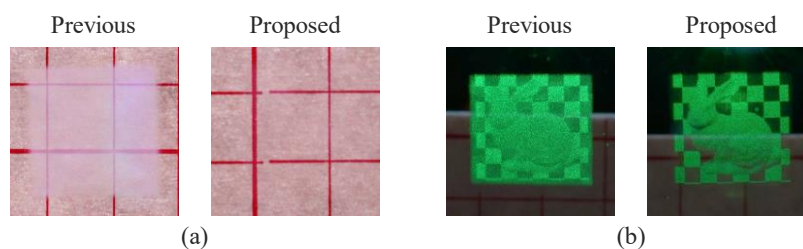


Fig. 1 (a) Printed transparent surface-relief CGHs and (b) their reconstructed images